EINIGE VERSUCHE

ZUM

STOFFWECHSEL

DER

KOHLENHYDRATE.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

MEDICINISCHEN FACULTAET

DER

KŒNIGL. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÆT WUERZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWUERDE

VORGELEGT VON

EMIL KRANZFELD

AUS

CHERSON (RUSSLAND).

ACAD.
UGD.BAT.
BIBL.

WÜRZBURG.

BECKER'S UNIVERSITAETS-BUCHDRUCKEREI.

1881.

Referent:

Herr Prof. Dr. A. Fick.

DEM ANDENKEN

SEINES

LIEBEN VATERS

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549807_0178

Der Stoffwechsel der Kohlenhydrate hat in den letzten Jahren, besonders auch von der Rücksicht aus, über das Wesen der Zuckerharnruhr dabei Aufschluss zu erhalten, von den verschiedensten Seiten reiche Bearbeitung gefunden. Die im Nachfolgenden mitgetheilten Versuche knüpfen an Bekanntes an und sollen zu manchem Punkte eine Erweiterung und Fortsetzung sein.

Die Hypothese von *Cl. Bernard* über den Stoffwechsel des Zuckers und Glycogens, die den meisten Beifall unter den Fachleuten gefunden hat, sagt im wesentlichen aus, dass Zucker (und zwar speciell die Dextrose!) nur bis zu einem bestimmten Gehalte im Blute vorkommen darf (1—2‰) und dass eine Ausscheidung im Harn eintritt, sowie eine bestimmte obere Grenze im Gehalte überschritten ist.

Es gibt also eine normale und eine pathologische Glychämie, die sich nur quantitativ von einander unterscheiden, deren Erfolg aber wesentlich von einander verschieden ist, insofern die letztere zu Diabetes

führt. — Der im Blute vorhandene Zucker entsteht nach *Bernard* aus dem Leberglycogen, indem ein Ferment fortwährend einen bestimmten Theil desselben in Zucker überführt, der dann mit dem Blute der venae hepatic. aus der Leber weggeführt wird.

Eine thatsächliche Ergänzung und Erweiterung fand diese Lehre durch die Untersuchungen *Tigels*[1]) über die Fermente des Blutes. *Tigel* fand, dass sich aus den Leberzellen auf keine Art ein saccharificirendes Ferment ausziehen lässt; dass dagegen Glycogen und Amylum saccharificirt[2]) werden, wenn man in ihren Lösungen bei 30—40° C. rothe Blutkörperchen zerstört, respectiv auflöst. Diese fermentartige Wirkung üben die Blutkörperchen nur in dem Augenblicke aus, wo sie zerstört werden: lackfarben gemachtes Blut wirkt nicht saccharificirend; auch mit dem Akte der Gerinnung ist die Fermententwicklung nicht verbunden; sie tritt in Kochsalzlösung nicht ein. *Tigel* zog aus diesen seinen Beobachtungen den Schluss, dass die Zuckerbildung der Leber in deren Capillaren vor sich geht, wohin gelöstes Glycogen aus den Leberzellen wandert und wo Blutkörperchen (auch zum Zwecke der Gallenbereitung!) sich auflösen. —

So merkwürdig dies Verhalten ist, dass nur mit dem Vorgang der Auflösung der rothen Blutzellen die Saccharification verbunden sein soll, so ist doch die

---

[1]) *Tigel*: *Pflüger's* Archiv VI.

[2]) Mit diesem Ausdruck sollen ganz allgemein die hydrolytischen Spaltungen der zusammengesetzten Kohlenhydrate bezeichnet werden.

Thatsache, dass im Blute etwas enthalten ist, was saccharificirend wirkt, durch den sicheren Erfolg des oft wiederholten Versuches bewiesen, wornach beim Einspritzen von Glycogenlösung in die Blutbahn Zucker im Harn auftritt. Das Glycogen wird im Blute saccharificirt und der nun über die Norm gewachsene Zuckergehalt des Blutes führt zu Diabetes.

Eine erste Reihe von Versuchen, die wir angestellt haben, hat direkt auf diese Fermentwirkung des Blutes Bezug. Es sollte dadurch festgestellt werden, welche Arten von Kohlenhydraten in einfachere Formen zerspalten werden. —

Es ist bekannt, dass bei Glycogeninjection in's Blut Zucker im Harn erscheint und zwar ist dieser Zucker als Traubenzucker erkannt. Dass Traubenzucker, direkt in's Blut injicirt, im Harn wieder erscheint, ist eine ganz allgemein bekannte und feststehende Thatsache, — so dass der Versuch als Demonstrationsexperiment in Vorlesungen angestellt wird. Wir injicirten zuerst Rohrzucker in die vena jugularis. Das gleichlautende und ausschliessliche Resultat der Versuche war, dass Rohrzucker als solcher in den Harn überging, was mit den Versuchsresultaten anderer Experimentatoren übereinstimmt. Niemals reagirte der frische Harn auch nur spurenweise auf *Fehling's* Lösung. Es wird also, während Glycogen (und nach *Tigel's* Versuchen auch Stärkemehl) im Blute umgewandelt werden, der Rohrzucker nicht invertirt, obwohl dessen Inversion im Laboratorium durch Säuren so viel leichter geschieht als

die Umsetzung der Stärke und des Glycogens. — Es ist diese merkwürdige Vertheilung chemisch sehr ähnlicher Wirkungen auf verschiedene Fermentstoffe hier dieselbe wie mit den Verdauungssäften des Nahrungsschlauches. Speichel und pankreatischer Saft verdauen sehr energisch Stärke und Glycogen, vermögen aber nicht den Rohrzucker zu invertiren; mit diesem Vermögen ist vielmehr nur der Darmsaft ausgerüstet. Da sonach das Blut nicht mit den Vorrichtungen ausgestattet ist, Rohrzucker zu invertiren, so muss man weiterhin folgern, dass entweder aller aufgenommene Rohrzucker im Darm vor der Resorption erst invertirt wird, oder aber, dass die Leber im Stande ist, den durch das Pfortaderblut ihr zugeführten Rohrzucker zur Glycogenbildung zu benützen und vollständig festzuhalten; denn sowie er in den grossen Kreislauf übertritt, wird er ja im Harn ausgeschieden. —

Auch die quantitative Bestimmung des in den Harn übergetretenen Rohrzuckers haben wir ausgeführt, weil gerade dieser Punkt bei den bisherigen Kohlehydratversuchen wenig berücksichtigt ist. Es waren, um einen Versuch in extenso mitzutheilen, einem Kaninchen 10 Ccm. Rohrzucker (mit 5,55 gr. Rohrzuckergehalt) in die Vena jugularis eingespritzt worden. Im Harn, der so lange als noch Zucker erschien, zu dem Versuch gesammelt wurde, liessen sich folgende Zuckermengen bestimmen: Mit dem *Soleil-Ventzke*'schen Apparat wurden gefunden 4,68 gr.; die Austitrirung mit *Fehling*'scher Lösung nach geschehener Inversion ergab 4,42 (statt 4,88). Den Unterschied zwischen

den beiden Bestimmungen können wir nicht erklären. Am wahrscheinlichsten ist, dass die Bestimmungsmethode des Invertzuckers mit *Fehling*'scher Lösung auf nicht ganz richtigen Voraussetzungen beruht, da neue Versuche (von *Soxhlet* und *Allihn*) zeigen, dass der Lävulose nicht schlechthin das gleiche Reduktionsvermögen zugeschrieben werden darf wie der Dextrose. Auch die Art, wie die Reaktion ausgeführt wird, (Concentration, Dauer des Kochens) ist von grossem Einflusse auf das Endresultat. — Weiterhin ist die specifische Drehung des Rohrzuckers nicht schlechthin als constant anzunehmen, da die Gegenwart anderer in dem gleichen menstruum gelöster Stoffe auf das specifische Drehungsvermögen einer Substanz im Allgemeinen Einfluss hat. Gerade für Rohrzucker ist dieser Einfluss von solcher Ausdehnung, dass er auch für den praktischen Zweck der quantitativen Bestimmung wohl zu beachten ist.

Näheres vergleiche unten [1]).

Es wird also, gerade wie dies auch für andere Zuckerarten erwiesen ist, bei Injection von Rohrzucker

---

[1]) Ausführliche Angaben sind in den Arbeiten von *Landolt*. Wir haben speciell bei Rohrzucker gesehen, dass auch durch schwache Säuren bei gewöhnlicher Temperatur rasche Aenderung in der Stärke der Drehung eintritt durch stattfindende Inversion. Mit Kochsalz zusammen ist die Drehung geringer als bei Lösung in reinem Wasser; gerade so verhielt sich die Dextrose, bei der auch durch Kochsalzzusatz die Rechtsdrehung vermindert wird. Unsere Versuche sind nicht vollständig genug, um in Zahlenangaben diese Veränderungen anzugeben. In Dextroselösung wird noch relativ am wenigsten durch Zusatz anderer gelöster Stoffe die Grösse der specifischen Drehung geändert; bei Rohrzucker ist die Aenderung beträchtlicher. So weit

in die Blutbahn doch nicht die ganze Menge wieder im Harn ausgeschieden, sondern ein Theil wird im Organismus für Stoffwechselzwecke verbraucht.

Auch mit Dextrin wurde der gleiche Versuch angestellt; d. h. es wurde eine bestimmte Menge der Lösung direkt in die Vene (v. jugularis) eingespritzt. Das angewendete Dextrin war ein zuckerfreies aus Malz dargestelltes Präparat. Es enthielt lösliche Stärke. Das Resultat wiederholter Versuche war sehr merkwürdig. Wir haben einigemale beobachtet, dass nach der Injection von kleinen Mengen von Dextrin mit dem darnach gelassenen Harn nur eine minimale Reaktion vermittels der *Fehling*'schen Lösung zu erhalten war. Wurden grössere Mengen injicirt, so war sowohl direkt reducirender Zucker als auch Dextrin in dem Harn nachzuweisen. Die Trennung der Stoffe die in den Harn übergingen, war bei den geringen absoluten Mengen, die zur Verfügung standen, schwierig.

---

unsere Versuche reichen ist der Ausspruch erlaubt, dass in dem Harn von gewöhnlicher Concentration die Aenderung der Drehung der Dextrose so gering ist, dass mit dem Saccharimeter Bestimmungen von zureichender Genauigkeit ausgeführt werden können. Die Bestimmungen der Zuckermenge aus der Drehung und Reduktion der *Fehling*'schen Lösung stimmten in den von uns untersuchten diabetischen Harnen sehr gut überein. Als Beispiele seien zwei Harnuntersuchungen angeführt. Es ergab in der ersten Probe

a) die specif. Drehung 3,55% } Glycose
b) *Fehling*'s Lösung 3,50% }

in der zweiten Probe:

a) die specif. Drehung 2,24% } Glycose
b) *Fehling*'s Lösung 2,27% }

eine Uebereinstimmung, die für dergleichen Versuche nicht vollständiger verlangt werden kann.

Wir sind desshalb auch bald von diesen Versuchen abgestanden. Die Bestimmung der specifischen Drehung in den stark gefärbten Harnen ist an sich ungenau: entfärbt man vorher theilweise durch Thierkohle, so weiss man nicht, was alles durch die Thierkohle selbst zurückgehalten ist. Ausserdem ist die Grösse der specifischen Drehung all der verschiedenen Dextrine selbst noch zweifelhaft nach all den differenten Angaben, die darüber gemacht sind und wie vollends deren Drehungsvermögen durch die übrigen im Harn mitgelösten Stoffe beeinflusst wird, darüber können wir vorderhand gar nichts aussagen. — Wurde der nach Dextrininjection gelassene Harn mit Salzsäure behandelt, so trat eine Verstärkung der Reduktionsfähigkeit ein; es ging also auch Dextrin als solches in den Harn über. — Gerne hätten wir auch Maltose in den Kreis der Untersuchung mit hereingezogen; wir mussten aber leider, da andere Versuche unsere freie Zeit wegnahmen, zunächst davon abstehen und konnten später dieselben nicht wieder aufnehmen. Wir fühlen wohl wie unvollständig die Wahl und die Durchführung der Versuche ist. —

Soweit wir nach unseren Versuchen einen Schluss ziehen dürfen, unterscheidet sich Dextrin in quantitativer Beziehung von den übrigen Kohlenhydraten sehr wesentlich dadurch, dass es mehr als irgend ein anderes Kohlenhydrat bei direkter Injection in die Blutbahn im Organismus zurückgehalten und verbraucht wird. Dies beweist der folgende Versuch. Eine Dextrinmenge, wie sie zur direkten Injection verwendet wurde,

kochte ich mit Salzsäure durch einige Zeit und injicirte die neutralisirte Lösung. Der darnach gelassene Harn gab eine sehr starke Zuckerreaction, viel stärker als sie der mit Salzsäure behandelte Dextrinharn gegeben hatte. Es lässt sich darnach durch Fortsetzung der Versuche eine Reihe aufstellen, in der die verschiedenen Kohlehydrate nach dem Range, wie sie bei direkter Einspritzung ins Blut vom Organismus ertragen werden, geordnet sind. Milchzucker, Invertzucker und Traubenzucker stehen weit obenan, d. h. von ihnen wird weitaus die grössere Menge sofort wieder durch den Urin entleert, nur ein kleiner Rest wird im Organismus verbraucht. Auch vom Rohrzucker wird die grössere Menge in der Form des Rohrzuckers ausgeschieden, ein Theil aber zurückgehalten. Vom Dextrin dagegen wird der grössere Theil im Organismus zurückgehalten und ein kleinerer Theil nur kommt im Harn zur Ausscheidung. —

In einer solchen Reihe hat *Külz* die Kohlenhydrate zusammengestellt (Untersuchungen über den Diabetes mellitus) indem er dem Organismus der Zuckerharnruhrkranken dieselben einverleibte und darnach quantitativ den Harn auf Zucker untersuchte. Es zeigten sich deutliche Unterschiede, ein Beweis, dass im Darm die Unterschiede der verschiedenen Kohlenhydrate noch bestehen bleiben.

Dieses ausgezeichnete Verhalten des Dextrins legte sofort die Frage nahe, ob nicht vielleicht der Organismus gerade die Form des Dextrins benütze um einen Theil der Kohlenhydrate aus dem Darm ab-

zuführen, weil diese Form so leicht wieder aus dem Blute herausgezogen werden kann. Man kann auf diesen Gedanken auch von der Ueberlegung aus kommen, dass ja bei all den vielen in den letzten Jahren angestellten Kohlenhydratversuchen doch immer nur ein Theil des aus dem Darm verschwundenen Stärkemehls in Leber und Muskeln als Glycogen wiedergefunden wird, so dass man bei näherer Ueberlegung durchaus versucht ist daran zu denken, dass vielleicht in irgend einer anderen Form als der des Zuckers, das gelöste mit dem Darmvenenblute abgeführt wird. Um diese Ueberlegung durch den Versuch zu prüfen, wurde bei einem Kaninchen, das sich in reicher Kohlenhydratverdauung befand, nach Eröffnung der Bauchhöhle Blut aus der vena portae genommen. Im Alkoholextract desselben wurde eine Zuckermenge gefunden, die 2—6 auf 1000 entsprach. Die Alkoholfällung, die allenfalls Dextrin enthalten haben müsste, lieferte dagegen nach langem Behandeln mit verdünnter Salzsäure keinen neuen, die *Fehling*'sche Lösung reducirenden Körper.

Wir haben nur einen Versuch der Art mit negativem Ergebniss bis jetzt durchgeführt.

Eine zweite Reihe von Versuchen hatte die folgende schon früher gemachte Beobachtung zum Ausgangspunkt. Bei Kaninchen, denen zunächst zu Demonstrationszwecken Zucker in die Vene wiederholt injicirt war, wurde vom Zeitpunkte der Injection an ein exquisit rascher Verfall, der auch nach einiger Zeit zum Tode führte, constatirt. Andere Thiere wieder

ertrugen den gleichen Eingriff ohne bleibende Schädigung. Bei Untersuchung des Harns der kranken Kaninchen, einige Tage, nachdem dieselben die letzte Einspritzuug bekommen hatten, zeigte sich derselbe stark zuckerhaltig. Die Thiere hatten also durch mehrmalige Zuckerinjection in's Blut dauernd die Zuckerharnruhr bekommen.

Es tritt demnach bei diesen Thieren das Entgegengesetzte auf, was man nach einmaliger Zuckerinjection zu beobachten Gelegenheit hat. Im letzteren Falle erscheint immer weniger Zucker in der nachfolgenden Zeit des vorübergehenden Diabetes im Harn als eingespritzt war. Wird dagegen das Blut und die ganze Saftmasse immer wieder mit Zucker überschwemmt, so erfolgt allmählig eine solche Veränderung des Stoffwechsels, dass dauernd Zucker in den Harn übertritt.

Den gleichen Erfolg wie directes Einspritzen in's Blut hat auch subcutane Injection von Zucker. Als eclatantes Beispiel sei der folgende Versuch beschrieben, der angestellt ist, bevor noch die neue hier behandelte Thatsache aufgefallen war, also vor den eigentlichen methodischen Versuchen. Ich habe einem Kaninchen in wiederholten Perioden durch 8—10 Tage täglich eine gewisse Menge Milchzucker (3 gr.) subcutan mit der *Pravacz*'schen Spritze injicirt. Drei bis vier Wochen nachdem die letzte Injection gemacht war, starb das Thier. Der bei der Section in der Blase gefundene Harn enthielt grosse Mengen von

Zucker, so dass 2—3 Tropfen die gewöhnlich zu einer qualitativen Probe genommene Menge von *Fehling*'scher Lösung vollständig entfärbten. — Mit Traubenzuckerinjectionen, die nur in geringer Zahl für Vorlesungszwecke gemacht waren, wurde das gleiche gesehen. Das Thier hatte dauernde Polyurie mit Entleerung von Zucker und wurde getödtet. —

Die methodischen Versuche, die darauf angestellt wurden, um über diese Angelegenheit mehr zu erfahren, haben zu einer definitiven Aufklärung noch nicht geführt. Was einstweilen sich darüber ergeben hat, sei hier mitgetheilt:

Vor allem ist der Widerstand, den der Organismus von Thieren derselben Species der Stoffwechsel-Umänderung, die zu dauerndem Diabetes führt, entgegenstellt, sehr verschieden gross, und darnach die Reaction, die auf wiederholte Zuckerinjectionen eintritt qualitativ und quantitativ verschieden. Manche Thiere ertragen länger fortgesetzte Zuckerinjectionen ganz ohne Nachtheil, insofern mit Aufhören der Injectionen auch die Ausscheidung von Zucker im Harn wieder sistirt; bei manchen Thieren dagegen scheint eine relativ kurz fortgesetzte Glychämie zu dauernden Veränderungen zu führen. — Es scheint indess, dass auch im günstigen Falle nicht sofort wieder der normale Zustand mit dem Aufhören der Injectionen eintritt und auf der anderen Seite wird wahrscheinlich kein Organismus dem fortgesetzten Zustande eines abnormen Grades von Glychämie ohne die tiefste Schädigung widerstehen.

Der Verlauf der Erscheinungen ist nämlich bei günstigem Abschluss manchmal so: Mit dem Aufhören der Injectionen dauert die Wirkung auf *Fehling*'sche Lösung einige Tage in ziemlich intensiver Weise fort. Allmählig nimmt die Intensität der Reaction ab, und zugleich ändert sich auch die Qualität der Farbenänderung. Während nämlich bei deutlichem und starkem Zuckergehalte rothes oder gelbes Kupferoxydul (Hydrat) ausgefällt wird, kommt es bei sonst gleichen Eigenschaften des Harns, wie er späterhin ausgeschieden wird, erst nach stärkeren Zusatz zur Ausfällung geringer Flocken. Die *Fehling*'sche Lösung wird gelb; das Kupferoxydul bleibt in Lösung. Noch weiterhin treten nur grünliche Verfärbungen der *Fehling*'schen Lösung ein und es wird dann Harn abgeschieden, der sich ganz verhält wie gewöhnlicher normaler Kaninchenharn. —

In diesen Fällen zweifelhafter Reaction, die man auch manchmal bei menschlichen Harn, wo Verdacht auf Diabetes vorhanden ist, zu beobachten Gelegenheit hat, handelt es sich sicher nicht um eine Zuckerart, die die theilweise Reduction des Kupferoxyds zu Stande bringt, sondern um irgend welche andere reducirende Stoffe. Die Verschiedenheit in der Reduction ist auch zeitlich darin erkennbar, dass bei Gegenwart reichlichen Zuckers in der kochenden Lösung die Reduction momentan eintritt und das Oxydul entweder ausfällt oder aber (durch Ammon und noch andere im Harn anwesende Stoffe) gelöst bleibt. Bei diesen letztbeschriebenen Fällen tritt dagegen die Reduction

spät ein und es braucht minutenlanges Kochen oder auch Zusammenkochen mit der siedenden Lösung bis vollständiger Umschlag aus der blauen in die gesättigt gelbe Farbennüance eintritt. Aber es können diese anderen reducirenden Stoffe in solcher Menge auftreten, dass durch geringe Mengen von Harn nach längerem Kochen vollständige Gelbfärbung der *Fehling*'schen Lösung auftritt. — Ueber die Natur dieser Stoffe sei vorderhand soviel bemerkt, dass dieselben wahrscheinlich Körper von saurem Charakter sind. Man kann aus dem sauren eingedampften Harn durch Alkohol Körper ausziehen, die in gleicher Weise wie der ursprüngliche Harn auf die *Fehling*'sche Lösung wirken. Auch optisch activ sind diese reducirend wirkenden Stoffe. Die Reindarstellung ist bis jetzt noch nicht gelungen.

Es haben verschiedene Zuckerarten diese beschriebene allgemeine Wirkung: Traubenzucker, Milchzucker und invertirter Rohrzucker sind mit Erfolg geprüft. — Bei Hunden ist der Zustand, in dem Harn ausgeschieden wird, der zwar *Fehling*'sche Lösung reducirende Stoffe, aber keinen Zucker enthält, viel schärfer ausgesprochen als bei Kaninchen. Man beobachtet bei Injection kleiner Zuckermengen keinen Zucker im Harn, aber einen anderen *Fehling*'sche Lösung nur nach längerem Kochen aber doch vollständig reducirenden Körper, das Kupferoxydul bleibt in Lösung (bei Zucker fällt es aus). Es wird also der Zucker im Blute geändert aber doch nicht vollständig zurückgehalten.

Die oben beschriebene Thatsache gibt eine Erklärung ab für eine bestimmte Entstehungsart des Diabetes, nämlich durch sogenannten Missbrauch von Kohlenhydraten. Es wird auf der einen Seite behauptet, dass bei excessiver Zufuhr von Zucker direkt solcher in den Harn übertrete, also vorübergehender Diabetes auftrete. Es tritt bei ungenügender Funktion der Leber und bei sehr reichlicher Zuckerzufuhr von letzteren in den grossen Kreislauf über und erscheint im Harn. Wird dieser Missbrauch durch längere Zeit fortgesetzt, so wird daraus continuirlicher Diabetes entstehen. Auf der anderen Seite ist man gerade bei Diabetes über die Nachwirkung von schädlichen Kohlenhydratgenuss gut unterrichtet. Man weiss, dass nach vollständigem Verschwinden des Zuckers im Harn eines leichten Diabeteskranken das Wiedererscheinen von Zucker durch einmaligen Genuss von Süssigkeiten bedingt ist und dass dann nicht nur der direkt eingeführte Zucker in dem zunächst gelassenen Harn wieder erscheint, sondern dass ungünstigen Falles länger dauernde Glycosurie auftritt. Es würde darnach nur ein quantitativer Unterschied sein zwischen dem Diabetiker leichteren Grades und dem normalen Zustande; bei dem letzteren braucht es länger fortgesetzten übermässigen Genuss von Zucker, damit Glycosurie auftritt. — Auch die zweifelhaften Fälle der Praxis, in denen der untersuchte Harn die *Fehling*'sche Lösung beim Kochen nicht fällt, aber doch zuletzt gelb färbt, scheinen durch das obige eine gewisse Beleuchtung zu erfahren. Es liegen hier Veränderungen vor, wo

zwar nicht Zucker, aber demselben chemisch nahestehende reducirende Stoffe im Harn auftreten.

Die vorstehenden Untersuchungen sind im chemischen Laboratorium des physiologischen Institutes auf Veranlassung des Herrn Dr. *Kunkel* ausgeführt. Ich halte es für meine Pflicht, ihm für die ausgiebige Unterstützung meinen besten Dank zu sagen — ebenso Herrn Professor *Fick*, der mir alle Utensilien des Institutes frei zur Verfügung stellte.

Die Abhandlung in der vorliegenden Form wurde im Juli 1879 der medicinischen Facultät vorgelegt. Inzwischen sind, so z. B. durch die Arbeit von *Bimmermann* in *Pflüger's* Archiv XX. pag. 201, über einzelne hier berührte Fragen detaillirte Angaben gemacht worden. Die Drucklegung wurde verzögert, weil immer eine Wiederaufnahme der Experimente in Aussicht genommen war. Da dies leider unmöglich wurde, so soll hiermit die Arbeit in der ursprünglichen Form veröffentlicht werden.